

Kari Pasanen ja Harri Hyppänen

Tulevaisuuden metsäninventointi ja metsäsuunnittelun tarpeet – metsänarvioinnin uudet tuulet

Metsäsuunnittelu vaatii tänään entistä monipuolisempaa tietoa luonnonvaroista, jotta ajan haasteisiin mm. luonnon monimuotoisuuden säilyttämisestä voitaisiin vastata. Metsäninventoinnin uudistamisesta on virinnyt vilkasta keskustelua, kun Simo Poso ja Risto Päivinen ovat Folia Forestalias esittäneet suuntaviivoja metsätalouden suunnittelun inventointimenetelmien kehittämiseksi.

Perinteistä kuvioittaista arviointia on eri organisaatioissa kehitetty kohti monipuolista luonnonvarainventointia, esimerkkeinä mainittakoon Metsähallitus ja Metsäkeskus Tapio. Nykyaikaiset tietojärjestelmät, mm. GIS-järjestelmät ja tietokannat mahdollistavat useista eri lähteistä peräisin olevan luonnonvaratiedon synteessin. Kuvioittaisen arvioinnin ohella tai sijasta voitaisiin myös käyttää otospohjaisia inventointimenetelmiä, joissa kaukokuvien ym. apumuuttujatiedon avulla pyritään kal-

liiksi moitittua kuvioittaista arviointia halvempaan inventointiin. Inventointijärjestelmiä kehitettäessä tulee pyrkiä metsäsuunnittelun eri tasojen kannalta optimaaliseen ratkaisuun, mikä ei suinkaan ole helppo tehtävä.

Pyrkimys kustannustehokkuuteen on ristiriidassa laadukkaan ja ajantasaisen metsävaratiedon kanssa. Tarkkojen ja monipuolisten tunnusten mittaaminen maastossa on kallista mutta tarpeellista. Esimerkiksi metsälautakuntien uusittu tiedonkeruu lisää entisestään maastotyön kustannuksia, joten paineita ns. välialueinventoinnin uudistamiseen lienee odotettavissa. Otospohjaisin menetelmin voidaan metsävaratiedot saada halvallakin, mutta kuviota-son luotettavuudesta ei ole tarkkoja tuloksia. Tietojen ajantasalla pito on myös haastava ja akuutti ongelma-alue, josta saadaan varmaan lähivuosina arvokasta käytännön palautetta. Miten kauan metsävaratietokantaa kannattaa ylläpitää toimenpiteittäisellä päivityksellä ja kasvumalleilla? Kuinka päivitetyn tietokannan laatua pitäisi kontrolloida ja korjata? Voitaissiinko ajantasaisten kuviotietojen laatua nostamalla tehostaa operatiivista suunnittelua ja puunhankinnan imuohjautuvuutta?

Perusongelmana on siis suunnittelun eri tasojen ja tulevaisuuden tiedontarpeiden kannalta optimaalisen inventointi- ja seuruumenetelmän kehittäminen. Tässä artikkelissa hahmotellaan metsäninventoinnin tulevaisuuden mahdollisuuksia ja pohditaan ongelmakenttää metsäsuunnittelun näkökulmasta.

Kari Pasanen ja Harri Hyppänen työskentelevät tutkijoina Joensuun yliopistossa.

Tiedontuottaminen

On ilmeistä, että metsäsuunnittelun tiedon tarve ei ole vähentynyt, vaan tarvitaan entistä enemmän tarkempia tai kokonaan uusia tunnuksia metsäluonnosta. Osa tunnuksista voidaan edelleen tuottaa perinteisen metsänmittauksen keinoin, mutta myös uudenlaista tietoa tarvitaan. Suomessa on yleensä saatavissa monenlaista eri ajankohdilta ja eri lähteistä peräisin olevaa valmista paikkaansidottua informaatiota. Vain todellinen synteesi ja yhteiskäytön mahdollisuudet puuttuvat. Mikäli yhteiskäyttö olisi tehokasta, vähennettäisiin myös päällekkäisiä samojen tunnusten inventointia.

Potentiaalisia uusia tietolähteitä voisivat olla esimerkiksi:

- olemassaoleva kuvioittainen metsävaratieto (myös historiatieto)
- koealapohjainen mittaustieto
- monilähteinen VMI-tieto
- satelliittikuva, ilmakekuva, videokuva, monikanavainen keilainkuva lentokoneesta (AISA)
- peruskarttatieto, tiestö, vesistö
- maaperä- ym. erikoiskartat
- korkeustieto
- erillisinventoinneista saatava tieto (vanhat metsät, riistataloussuunnitelmat jne.)
- pistemäinen tieto erikoiskohteista (esim. pesäpuut)

Kuvioittainen arviointi

Suomessa metsäsuunnittelu on nojautunut perinteisesti kuvioittaisella arvioinnilla kerättyyn metsävaratietoon. Jo jonkin aikaa sitten on kuitenkin todettu perinteisen kuvioittaisen arvioinnin tietojen tarkkuuden ja tiedon määrän olevan riittämätön vastaamaan ajan haasteisiin. Kuvioittaisen arvioinnin heikkoutena on pidetty kuviodien rajauksen ja silmävaraisen arvioinnin subjektiivisuutta ja epätarkkuutta, menetelmän herkyttä systemaattisille virheille, kuvioinnin muuttumista ajan myötä ja kallista maastotyötä. Toisaalta kuvioittaisen arvioinnin yhteydessä on helppo kerätä luonnonvaratietoa monimuotoisuuden huomioon ottamista varten.

Tiedonkeruulaitteilla ja satelliittipaikannuksella voidaan tehostaa tiedon keruuta. Kuvioittaisessa

arvioinnissa voitaisiin relaskoopikoealat sijoittaa systemaattisesti kuviolle ja pitää ne tietokannassa ja laskennassa erillään. Näin menetellen kuvioittaisen arvioinnin hyötysuhde nousisi huomattavasti tarkempien puustoennusteiden ja sisäisen vaihtelun tunnusten ansiosta. Inventointitiedon laadun parantuessa tehokkaiden GIS-sovellusten käyttö esimerkiksi puunhankinnassa tulisi mahdolliseksi.

Koealainventointi

Kuvioittaisen arvioinnin vaihtoehtona ovat koealapohjaiset menetelmät. Systemaattisen koealainventoinnin tulosten luotettavuus riippuu alueen koosta, koealojen määrästä sekä arvioitavien tunnusten keskiarvosta ja hajonnasta. Tiheän systemaattisen koealaverkon avulla voidaan selvittää kuvioittaisen arvioinnin luotettavuutta ja korjata systemaattisia kuviotietokannan virheitä. Suuraluetasolla luotettaviin tuloksiin voidaan päästä edullisesti, kun koealoja tarvitaan vähemmän. Koealatietoja voidaan käyttää tällöin taktisen suunnittelun yksikköinä kuviotietojen sijasta.

Koealapohjaisessa inventoinnissa voidaan käyttää kaksivaiheista otantaa, jossa apumuuttujatietojen (esim. kaukokuvat) avulla ositetuille ensimmäisen vaiheen (esim. 16 koealaa hehtaarilla) koealoille yleistetään tarkasti mitattujen toisen vaiheen koealojen tunnuksat. Näin saadaan alueen kattava metsävaratietorasteri, josta voidaan tarvittaessa muodostaa metsikkökuviointi. Menetelmän luotettavuus kuviotasolla riippuu uhratuista kustannuksista, eikä suhde ole toistaiseksi selvillä.

Kaukokuvat

Erilaiset kaukokuvat on esitetty uudeksi tärkeäksi tietolähteeksi metsänarvioinnissa. Kaukokuvilla on selkeitä etuja perinteiseen maastoinventointiin verrattuna. Tärkeimpänä mielenkiinnon syynä lienee niiden edullisuus inventointimenetelmänä. Toisaalta tietojen tarkkuutta on kritisoitu.

Ilmakuvien käyttö on jo perinnettä suomalaisessa metsänarvioinnissa. Siirtyminen digitaalisen, orto-oikaistun ilmakekuvan käyttöön lienee siten vaivatonta ja helposti omaksuttavissa. Kehitystä edes-

auttaneen ilmakuvien numeerisen käsittelyn työkalujen yleistymisen nykyisissä kaupallisissa ohjelmistoissa.

Sinällään siirtyminen numeerisiin kuviin ei tuo mitään uutta, jos kuvien tulkintaa ei lisätä. Nykyinen ilmakuvien käyttö on melko tehotonta. Metsätaloudessa kuvien hyödyntäminen on käytännössä visuaalista ennakkokuviointia. Ilmakuvat sisältävät kuitenkin valtavan määrän informaatiota luonnonvaroista aluetunnuksista yksittäisen puun dimensioihin saakka. Myös tuhojen ja erilaisten biotooppien tunnistukseen ilmakuvat tuonevat potentiaalisen vaihtoehdon, joko visuaaliseen tai automaattiseen tulkintaan perustuen. Kokonaan uusi, todellinen säästöjä tuova aluevaltaus olisi analyytinen puutunnusten mittausta stereokuvilta.

Satelliittikuvien käyttöä on tutkittu ja kehitetty moniin eri tarpeisiin luonnonvarojen inventoinnissa ja seurauksessa. Suomessa merkittävin satelliittikuvien metsäsovellus on monilähteinen valtakunnan metsien inventointi, jossa koealoilta mitatut metsikkötunnukset yleistetään kattamaan koko inventoitu alue satelliittikuvan sävyarvojen avulla. Toinen tärkeä satelliittikuvien sovellus on ollut muutosten tunnistaminen eriaikaisilta kuville. Tehdyt toimenpiteet ja muut muutokset saadaan selville vertaamalla kahden ajankohdan kuvia ja näin voidaan maastomittaukset kohdentaa alueille, joilla muutoksia on tapahtunut.

Tarjolla oleva kaukokuvamateriaali monipuolistuu nopeasti tekniikan kehittymisen myötä ja kuvien käyttö tulee lisääntymään kaikenlaisissa luonnonvarojen seurannassa. Tulevaisuuden metsäninventoinnissa onkin käytettävissä useita erityyppisiä kuvamateriaaleja, joiden tulkinta tuottaa toivottavasti luotettavia metsävaraennusteita. Erityisesti hyvän erotuskyvyn ilma- ja videokuvatulkintaan tarvitaan lisää tutkimusta käyttökelpoisten käytännön menetelmien kehittämiseksi. Kaukokuvien tehokas käyttö edellyttää myös maastoinventoinnin kehittämistä.

Tietojen yhdistely ja hallinta

Tässä tekstissä on jo usein mainittu paikkatietojärjestelmät eli GIS (Geographic Information Systems) muodostuu avaintekijäksi mikäli halutaan te-

hokkaasti yhdistää eri lähteistä olevaa tietoa. Periaatteessa vain mielikuvituksen puute rajoittaa GIS:n hyödyntämistä.

Koska käyttömahdollisuuksien joukko on niin laaja, ongelmana on usein hahmottamisvaikeudet. GIS-järjestelmään investoitaessa tulisi tarkkaan määrittellä, mitä konkreettista hyötyä tavoitellaan eli mitä ongelmia varten GIS:iä kehitetään ja käytetään. Muussa tapauksessa voi GIS:iin investoiminen olla riskisijoitusta tai uuden teknologian viehätystä.

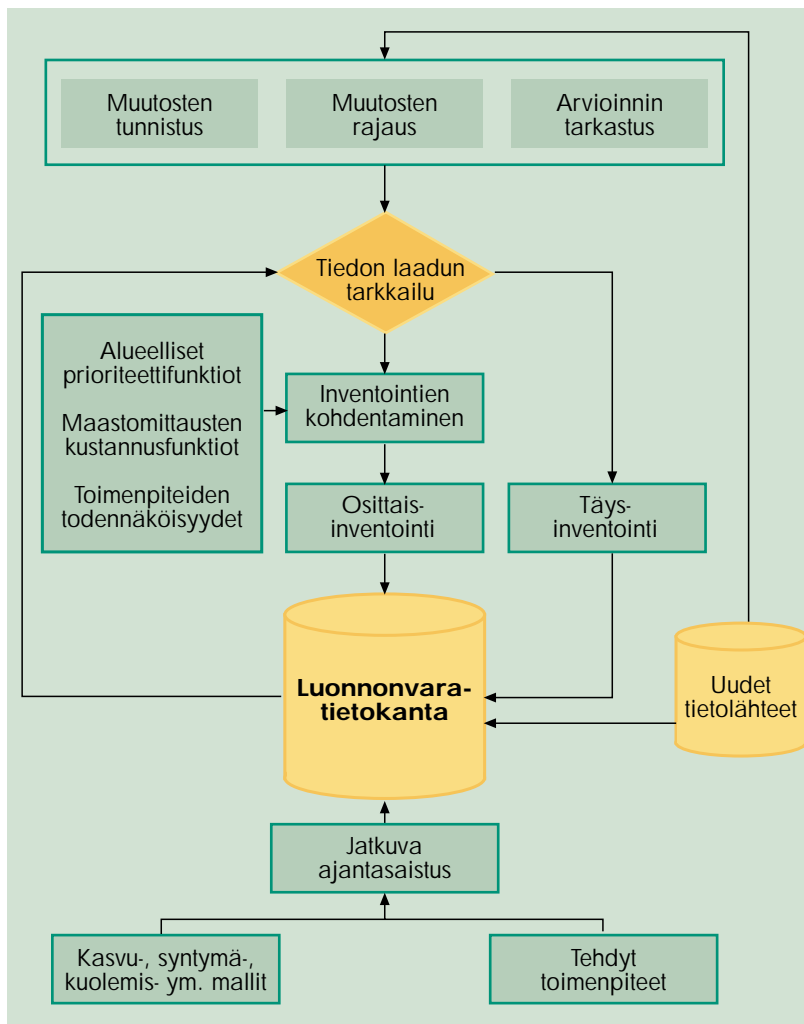
GIS-järjestelmät tarjoavat erittäin tehokkaan tavon yhdistää eri tietolähteistä tulevaa informaatiota. Tämä monilähteisen tiedon yhdistäminen onkin ollut järjestelmien yksi suurimmista tähänastisista käyttötarkoituksista. Nykyiset järjestelmät ovatkin huippuluokkaa sijaintitiedon käsittelyssä. Metsätaloudessa GIS-järjestelmille asetetaan kuitenkin muitakin vaatimuksia, metsäsovelluksissa pitää esimerkiksi ominaisuustiedon käsittely olla tehokasta. Tämä asettaa suuret vaatimukset paikkatietojärjestelmän ja sen rinnalla toimivan tietokantajärjestelmän yhteiselle toimivuudelle. Lisäksi järjestelmän käyttö tulisi olla joustavaa ja helposti omaksuttavissa.

Uusista tietolähteistä voidaan GIS:llä tuottaa esimerkiksi seuraavanlaisia tunnuksia:

- lasketaan puutavaralajien yksikköhintakorjaukset GIS:llä laskettavan metsäkuljetusmatkan funktiona
- kuviointia voidaan muuttaa joustavasti (esim. rantakuviolle ja arvokkaille kohteille suojavyöhykkeet)
- korjataan kasvuennustetta kuvion kaltevuussuunnan perusteella (etelärinteellä suurempi kasvu kuin pohjoisrinteellä)

GIS-työkaluilla kuvioille voidaan laskea myös uusia tunnuksia kuvion ympäristöön ja muihin tietolähteisiin perustuen, esimerkiksi laskemalla ulkoiluarvoa, maisemaa, riistan elinympäristöä, toimenpiteiden vesistövaikutuksia, luonnon monimuotoisuutta ja metsätuhoriskiä kuvaavia tunnuksia maastomallin ja naapurikuvioiden sijainnin ja ominaisuustiedon funktiona.

GIS-järjestelmien näyttävä ominaisuus ovat erilaiset tulosteet. Kolmiulotteiset korkeusmallit, mitä monipuolisimmat kuviokarttateemat tai vaihtoehtoiset suunnitelmat ja jopa todentuntuiset maisemakuvat ovat arkipäivää. Tulosteiden merkitys pää-



Kuva 1. Esimerkkikaavio ajantasaisesta tietojärjestelmästä, johon on yhdistetty kaukokuvien käyttö inventointi- ja kontrollimenetelmän ja jossa eri tietolähteet yhdistetään paikkatietojärjestelmällä.

töksentekijälle on varsin tärkeä. Kuitenkin on varottava sokeaa rakkautta kauniisiin kuviin, vaikkakin ne kertovat enemmän kuin perinteinen karttaselityskirja. GIS-järjestelmän monipuoliset tulostusominaisuudet voivat olla turmiollisia, jos ne onnistuvat eksyttämään käyttäjän suorittamaan vanhoja rutiineja uusilla, hienommilla välineillä ja GIS:n todellisen hyödyn konkretisoituminen jää vähäiseksi.

Kuvassa 1 on esitetty esimerkki ajantasaisesta tietojärjestelmästä, jossa käytetään kaukokuvia informaation tuottamiseen ja tiedon laadun tarkkailuun. Järjestelmässä tehdyt toimenpiteet ja kasvut päivitetään tietokantaan. Järjestelmä vaatii myös kontrollimenetelmän. Esimerkissä äkilliset muutokset on ajateltu kontrolloitavan kaukokuvilla ja tiedon laatua tarkkaillaan tarkistusinventoinnein. Inventoinnit joko kohdennetaan muutosalueille tai

inventoidaan alueet täysin uudelleen. Inventointien kohdentamisessa voidaan myös käyttää alueellisia prioriteetteja, kustannustietoa tai esimerkiksi alueen toimenpidetodennäköisyyttä. Uusia tietolähteitä voidaan myös sisällyttää joko tuottamalla uusia tunnuksia tai käyttämällä uusia tietolähteitä tiedon laadun tarkkailuun. Eri tietolähteet yhdistetään paikkatietojärjestelmillä.

Inventointi- ja seuruumenetelmän valinta

Edellä on kuvattu monilähdeinventoinnin tarjoamia mahdollisuuksia, kun käytettävissä on tehokkaita paikkatietojärjestelmät. Monipuolisten ja mittavien luonnonvarojen inventointi- ja seuruujärjestelmien kehittämisen tulisi perustua vankasti tiedon käyttäjien ongelmien analysointiin. Suuri – toistaiseksi ratkaisematon – ongelma onkin määrittellä, millainen järjestelmä olisi metsäsuunnittelun eri tasojen kannalta paras. Ongelman mieltäminen pelkäksi kustannusten minimoimiseksi johtaa harhaan, koska lopputulos – hyötyjen ja kustannusten erotus ratkaisee. Hyötyjen mittaaminen on valitettavasti monin verroin vaikeampaa kuin kustannusten. Ongelmaa monimutkaistaa lisäksi se, että inventointi- ja seuruujärjestelmän tavoitteena voi olla palvella myös muita kuin metsäsuunnittelun tarpeita ja että tulevaisuuden tietotarpeita on vaikea ennustaa.

Olisiko kuvioitaista arviointia tarkentamalla mahdollista kehittää luonnonvaratietokanta, joka tarjoaisi riittävän monipuoliset ja luotettavat lähtötiedot kaikkiin tarpeisiin, myös operatiiviseen metsäsuunnitteluun? Vai kannattaisiko taktinen suunnittelu perustaa karkeampaan, esim. kaukokuvia hyödyntävin, otospohjaisin menetelmin tuotettuun lähtötietoon ja kerätä tarkemmat tiedot vasta toimenpiteitä suunniteltaessa? Kolmas vaihtoehto on jatkaa entistä rataa pitämällä kaksi kallista työvaihetta, kuviollinen arviointi ja leimikon suunnittelu, erillään.

Luopuminen 10 vuoden inventointikierrasta ja siirtyminen jatkuvaan ajantasaistukseen on suuri haaste metsäorganisaatioille. Tiedot pyritään ajantasaistamaan toimenpiteiden huolellisella kirjaamisella (myös kuviorajojen osalta) ja lepokuvien osalta kasvumalleilla. Tietokannan laatua pyritään kontrolloimaan mm. satelliittikuvia hyödyntämäl-

lä. Mikähän lienee taktisen ja operatiivisen suunnittelun kannalta optimaalinen panostus monipuolisen kuviotiedon ylläpitoon? Kannattaako toimenpidekuviot mitata uudelleen, vai riittääkö harvennus- ja kasvumallien käyttö? Miten tarkistusinventoinnit kohdennetaan optimaalisesti?

Lähtötietojen luotettavuuden merkitystä suunnittelun eri tasoilla ei ole tutkittu tarpeeksi, jotta edellä esitettyihin ongelmiin voitaisiin vastata. Seuraavassa tarkastellaan ongelmakenttää taktisen ja operatiivisen suunnittelun näkökulmista.

Taktisen metsäsuunnittelun kannalta suunnittelu-yksikön valinta on avainasemassa. Suuraluetason taktisessa suunnittelussa lähtötietoina voidaan käyttää pienin kustannuksin mitattuja koealoja. Ongelmana tällöin on se, että suunnittelun tulokset eivät ole paikkasidonnaisia. Nykyaikainen monitavoitteinen metsäsuunnittelu, jossa suunnitelmavaihtoehtojen hyvyyden vertailuun tarvitaan usein paikkaan sidottua tietoa on tällöin hankalaa. Esimerkiksi maisema- ja virkistysarvojen, riistan elinympäristön tai vesistövaikutusten integroiminen suunnitteluun ei ole mielekästä, jos suunnittelu-yksikkönä on koeala. Otospohjaisesti tuotetusta metsävaratietorasterista voidaan tosin muodostaa mieli-valtaisia kuvioita laskentayksiköiksi. Näyttöä siitä, saadaanko näin kuviotasolla riittävän luotettavat tunnuksat aiempaa edullisemmin ei vielä ole. Monet monimuotoisuustunnuksat vaativat pienipiirteistä ja tarkkaa maastoinventointia, joten otospohjaisen menetelmän rinnalle tarvittaisiin kuitenkin kalliita maastoinventointeja. Metsävaratietorasteri tarjoaisi toisaalta arvokasta tietoa mm. kuvion sisäisestä vaihtelusta, jota voitaisiin hyödyntää myös monimuotoisuuden määrittelyssä.

Kun suunnittelu-yksikkönä on metsikkökuvio, voidaan vaihtoehtoisia suunnitelmia verrata maiseman ym. paikkasidonnaisen tavoitteiden suhteen. Tulevaisuudessa GIS-järjestelmien käyttö suunnitelmavaihtoehtojen vertailussa yleistyy. Kun korkeusmalli ja suunnitelmatiedot yhdistetään GIS:ssä, voidaan suunnitelmavaihtoehdolle laskea hyvyystunnuksia (hyötyindeksejä) esim. vesistövaikutusten, tuulituhoriskin, teeren elinympäristön tai vaikkapa luonnon monimuotoisuuden suhteen. Simuloidun vaihtoehdon visuaalinen maisematarkastelu on myös mahdollista.

Taktisen metsäsuunnittelun hyötyyn vaikuttaa

suunnittelumenetelmien ohella kuvioittaisen lähtötiedon monipuolisuus ja luotettavuus eli käytännössä inventointiin ja ajantasaistukseen uhratut kustannukset. Lähtötietojen luotettavuutta kannattaa parantaa vain, jos suunnittelun hyödyn lisäys on inventointikustannusten lisäystä suurempi.

Puustotunnusten kuviotason keskivirheiden avulla voidaan simuloida lähtötietojen virhettä. Eri inventointimenetelmillä virheiden suuruus on erilainen. Lähtötiedon sisältämä virhe voidaan sisällyttää eräänä riskin lähteenä taktiseen metsäsuunnitteluun. Alkuperäisistä lähtötiedoista täytyy vain pystyä tuotamaan ”virheellisiä” kuviotietojen realisaatiojoukkoja käsittelyohjelmien simulointia varten. Jos riskin karttajan optimiratkaisu on erilainen kuin riskin suosijalla, lähtötiedon virheellä on merkitystä ja silloin päätöksentekijä voi haluta lähtötietojen tarkistamista. Lähtötiedon merkitys korostuu, jos myös muita epävarmuuden lähteitä (hinnat, kasvun taso) otetaan huomioon.

Lähtötiedon luotettavuuden merkitystä taktiseen suunnitteluun voitaisiin testata myös vertailemalla eri tavoin tuotettujen kuviotietojen (esim. simuloitujen, metsätaitekilpailuaineiston ja otospohjaisien menetelmin johdettujen kuviotietojen) ja tarkasti mitattujen tunnusten perusteella laadittuja optimaalisia metsäsuunnitelmia.

Operatiivisessa suunnittelussa ongelmana perinteisen kuvioittaisen tiedon epätarkkuuden lisäksi on kuvioiden jakaminen, koska kuvion sisäinen vaihtelu on usein suurta. Tällöin puutavaralajien kertymiin saattaa tulla huomattavia virheitä. Kalliit maastotyöt ovat siis usein tarpeen, jos halutaan tarkat leimikkotiedot. Ihannetilanteessa toimenpidekuviointi voitaisiin aina muodostaa inventointikuvioista – luonnon monimuotoisuuden kannaltaakin se olisi positiivinen suuntaus. Epätarkka leimikkotieto voi aiheuttaa merkittäviä epäoptimaalisuustappioita. Jos taktinen metsäsuunnittelukin hyötyisi tarkemmasta lähtötiedosta, inventointipanosten keskittäminen tarkkaan kuvioittaiseen arviointiin voisi olla molempien suunnittelun tason kannalta oikea ratkaisu. Mikäli taktiselle suunnittelulle riittää epätarkkakkin kuviotieto tai pelkkä koealatie-to, niin inventointiin kannattaisi panostaa vasta leimikon suunnittelussa.

Kuviotietojen pitäminen ajan tasalla tarjoaa uusia mahdollisuuksia myös puunhankinnan suunnit-

teluun. Mitä hyötyä ajantasainen kuviotietokanta, josta leimikoiden muodostaminen olisi joustavaa ja halpaa, voisi tuottaa yrityksen puunhankinnan suunnitteluun? Jos kuviotiedoista saadut leimikkotiedot ovat tarkkoja (puutavaralajit, tukkien laatu, erikoispuu), puun ostaja voi ulottaa asiakaslähtöisen JOT-ajattelun puunhankintaan asti ja alentaa raaka-ainekustannuksia sekä haluaa kenties antaa osan saavutetusta hyödystä metsänomistajallekin. Ajantasaisen kuviotietokannan hyödyntäminen puunhankinnassa edellyttäisi yksityismetsien osalta tietosuojaongelman ratkaisua. Tehokas puunhankinnan suunnittelu edellyttäisi metsänomistajien suostumusta suunnitelmätietojen luovuttamiseen mahdollisille ostajille. Jos saavutettavaa hyötyä jaettaisiin kantohinnan muodossa, tietojen luovuttajia luulisi riittävän

Kuviotietojen laadun ja luotettavuuden vaikutuksesta operatiiviseen suunnitteluun ja puunhankinnan imuohtautuvuuteen ollaan kyllä varsin kiinnostuneita, mutta tutkimustoiminta aiheen piirissä on vasta aluillaan.

Päätelmiä

Inventointi- ja seuruujärjestelmien kehittäminen metsäsuunnittelun eri tasoja parhaiten palvelevaksi on vaikea ongelma. Menetelmien ja tekniikan kehitys on ollut ripeää ja vaihtoehtojen määrä on suurempi kuin koskaan aikaisemmin. Tässäkään kirjoituksessa ei ole pystytty antamaan selkää ratkaisua, vaan pikemminkin esittelemään vaihtoehtoja ja tuomaan esiin tutkimustarpeita. Ilmeistä on, että tarvitaan erityisesti soveltavaa tutkimusta ja tiivistä yhteistyötä tutkimuksen ja käytännön metsäorganisaatioiden kesken.

Tutkimuksella lähtötiedon virheiden merkityksestä taktisessa ja operatiivisessa metsäsuunnittelussa näyttäisi olevan akuutti tarve nyt kun eri metsäorganisaatiot kehittävät metsävarojen inventointi- ja seuruujärjestelmiään. Osa metsäorganisaatioista on siirtymässä kuviotietojen jatkuvaan ajantasaistukseen, mikä tuo oman lisänsä tutkimustarpeeseen.

Kirjallisuutta

- Hannellius, S. (toim.). 1991. Elektroniikka metsänarvioinnissa – kasvu ja sen mallittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 384.
- Holopainen, M. 1995. Kaukokartoitus luonnon monimuotoisuuden inventoinnissa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. 60 s.
- & Lukkarinen E. 1994. Digitaalisten ilmakuvien käyttö metsävarojen inventoinnissa. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 4. 33 s.
- Kangas, A. & Päivinen, R. 1994. Metsän mittaust. Silva Carelica 27.
- Kokkola, J. 1994. GIS puunhankinnan suunnittelun työkaluna. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, tiedonantoja 27: 59–66.
- Pekkonen, T. 1991. Digitaalisesta kuvasta metsätaloudekartaksi. Elektroniikka metsäarvioinnissa – metsän kasvu ja sen mallittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 384: 16–19.
- Poso, S. 1994. Metsätalouden suunnittelu uusiin puihin. Voidaanko silmävaraisesta kuvioittaisesta arvioinnista luopua? Folia Forestalia 1994(1).
- 1995. Risto Päivisen vastineen johdosta. Folia Forestalia 1995(1).
- Pukkala, T. 1994. Metsäsuunnittelun perusteet.
- Päivinen, R. 1995. Kuvioittaisesta arvioinnista ei kannata luopua vähään aikaan. Folia Forestalia 1995(1).
- Ståhl, G. 1994. Optimizing the utility of forest inventory activities. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Biometry and Forest Management, Umeå.
- Tokola, T., Soimasuo, J., Turkia, J., Talkkari, A., Store, R. & Kangas, A. 1994. Paikkatieto ja paikkatietojärjestelmät. Silva Carelica 28. 96 s.
- Varjo, J. 1993. Controlling continuously updated forest data by satellite remote sensing. Licensiaatintutkimus. Joensuun yliopisto. 66 s.